ANATOMIE VAN DIE STINGELS VAN *PROTEA REPENS* (L.) L. EN *LEUCADENDRON ADSCENDENS* R. BR.

II. Anatomie van die stingels*

Carina Visser

(*Departement van Plantkunde, Universiteit van Kaapstad*)

ABSTRACT

The anatomy and histology of the stems of *Protea repens* (L.) L. non Thunb. and *Leucadendron adscendens* R. Br. were investigated and compared. It was found that the anatomy and histology of the two species agree to a large extent.

The study comprised an anatomical investigation of the structure of the young stem with primary growth, the older stem with secondary growth and of the considerably older stem. The young stems have closely spaced primary vascular bundles with narrow interfascicular regions. The secondary vascular tissues form a continuous cylinder. The wood is diffuse porous, and indistinct growth rings can be recognized in it. Uni- and multiseriate vascular rays occur, the latter opposite the interfascicular regions.

The structure of the nodes was also examined. Trilacunar nodes occur and three leaf traces diverge into each leaf.

Special attention was given to the histology of the following tissues: periderm, phloem and xylem. The phellogen originates in both the epidermis and the outer cell layer of the cortex, and remains active for many years, but only a thin layer of phellem is present. The phloem consists of sieve tubes with compound sieve plates, companion cells and phloem parenchyma. The xylem consists of vessels with simple perforation plates, xylem parenchyma, libriform fibres and fibre-tracheids.

Inleiding

Daar is min navorsing oor die anatomie van die vegetatiewe organe van die Proteaceae gedoen, en wat wel gedoen is, is hoofsaaklik van Australiese soorte. Engler (1893) gee 'n kort opsomming van wat destyds reeds bekend was oor die algemene anatomiese kenmerke van die jong stingels en blare van die Proteaceae. Die werk van Tassi (1898) bevat data oor die blare en stingels van 'n hele aantal genera o.a. van *Protea* en *Leucadendron*. In 1899 gee Solereder 'n baie kort opsomming van die anatomiese kenmerke van die Proteaceae, wat gebaseer is op sy eie navorsing op 'n aantal genera, sowel as op werke van sy voorgangers.

Die grootste stuk werk oor die stingelanatomie van die familie, wat in die

* Tweede deel van 'n verkorte weergawe van 'n verhandeling vir die verkryging van die M.Sc.-graad in die Plantkunde aan die Universiteit van Stellenbosch, Februarie 1964.

beskikbare literatuur gevind kon word, is dié van Chattaway (1948a). Sy het die houtanatomie van meer as 90 spesies van die Proteaceae, uit 26 genera (waaronder ook Suid-Afrikaanse genera), ondersoek. In 'n verdere artikel (1948b) bespreek sy die voorkoms van vaatweefsel in die vaatstrale van *Banksia*. Metcalfe en Chalk (1950) gee 'n breedvoerige opsomming van die anatomiese kenmerke van die blare, jong stingels en die hout van die Proteaceae. In 'n ondersoek oor die sitotaksonomie van die Proteaceae gee Rao (1957) kortliks sy mening oor die houtanatomie van die familie.

In die bg. beskikbare literatuur is dus baie min gegewens te vind oor die anatomie en histologie van die stingels van die Suid-Afrikaanse Proteaceae. In die huidige ondersoek is 'n poging aangewend om leemtes in hierdie verband aan te vul.

Materiaal en Metodes

Soos in die vorige ondersoek (Visser, 1965) is stingels van *Protea repens* (L.) L. non Thunb. (P. mellifera Thunb.) en *Leucadendron adscendens* R. Br. uit die Jan Marais-park in Stellenbosch vir ondersoek gebruik. Versamelings is, soos reeds vermeld, dwarsdeur die jaar gemaak. Stingels met primêre groei alleen, die begin van sekondêre groei, een- en driejarige sekondêre groei, asook stamme van 12 en 16 jaar oud, is ondersoek d.m.v. dwars- en lengtesneë en maserasie.

Dieselfde metode as in die vorige ondersoek is aangewend vir die maak van permanente preparate, behalwe dat safranien en vaste groen algemeen as kleurstowwe gebruik is. Waar moeilikheid ondervind is om harde materiaal met die rotasiemikrotoom te sny, is die wasblokkies met die ingebedde materiaal vir 'n paar dae in gedistilleerde water geplaas (Sass, 1958). Van die verhoute stingels is ook handmikrotoomsneë met 'n dikte van 10—20μ gemaak.

Jeffrey se maserasiemetode, met gelyke dele van 10% chroomsuur en 10% salpetersuur is gebruik (Sass, 1958). Vir die kleuring van tannien is kaliumdichromaat gebruik (Strasburger en Hillhouse, 1900). Toetse vir die teenwoordigheid van kallose is uitgevoer met anilienblou (McLean en Ivimey Cook, 1941) of met 'n versadigde oplossing van resoblou (lakmoïed) waarby 'n spoor gekonsentreerde ammoniak gevoeg is.

Die figure is geteken met 'n Zeiss Promar-tekenapparaat, of 'n Zeiss camera lucida.

Ondersoek

1. Uitwendige stingelmorfologie

Soos reeds in die vorige ondersoek vermeld, gee die meeste eindknoppe

oorsprong aan bloeiwyses, terwyl 'n aantal okselknoppe daaronder vir stingelverlenging en vertakking verantwoordelik is. Stingelvertakking geskied dus simpodiaal, en hierdie feit is gebruik om die ouderdom van stingels uitwendig bepaal. Daar is aangeneem dat die stingelgedeelte tussen twee opmekaarvolgende vertakkingsplekke die groei van een jaar is.

Okselknoppe word in een groeiseisoen gevorm en groei op die gouste die volgende groeiseisoen uit. Hulle is altyd eers verantwoordelik vir stingelverlenging en nooit dadelik vir die vorming van bloeiwyses nie. Die wat nie uitgroei nie, bly vir 'n onbepaalde tyd rustend.

2. **Primêre bou van die jong stingel** (figure 1—2)

Epidermis. Die jong stingels van *P. repens* en *L. adscendens* word aan die buitekant afgesluit deur 'n eenlagige epidermis met 'n dun tot redelik dik kutikula. Geen epidermale hare kom voor nie. Ingesinkte huidmondjies is hier en daar aanwesig.

Fellogeen. By *P. repens* ontstaan die fellogeen reeds vóór sekondêre verdikking, gedurende die maande wanneer die groeipunte rustend is. By *L.*

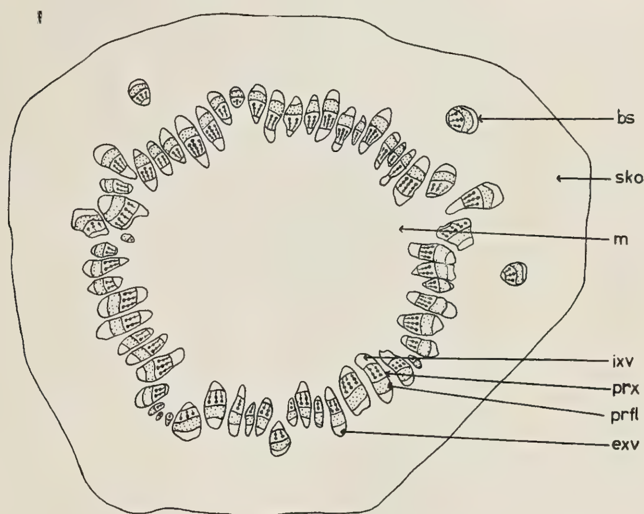
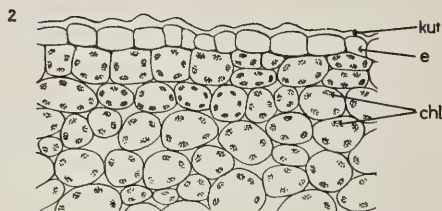


FIG. 1.
Diagram van 'n dwarssnee van 'n jong *Protea repens*-stingel met primêre bou × 13; bs, blaarspoor; exv, ekstraxilêre vesels; ixv, xilêre vesels; m, murg; prfl, primêre floëem; prx, primêre xileem; sko, skors.



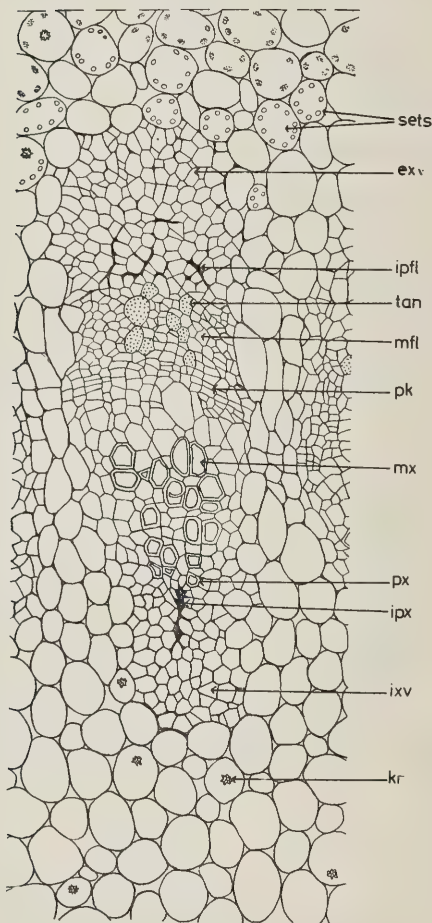


FIG. 2.

Detail van 'n sektor van fig. 1, × 140; chl, chloroplaste; e, epidermis; exv, ekstraxilêre vesels; ipfl, deels geoblitereerde protofloëem; ipx, geoblitereerde protoxileem; ixv, xilêre vesels; kr, kristal; kut, kutikula; mfl, metafloëem; mx, metaxileem; pk, prokambium; px, protoxileem; sets, setmeelskede; tan, tannien.

adscendens word geen fellogeen by die jong stingels aangetref nie, maar eers later.

Die fellogeen ontstaan by beide soorte meesal uit die buitenste lagie skorsparenchiemselle, maar soms uit die epidermis. Dit kan selfs in één stingel op sommige plekke uit die epidermis en op ander plekke uit die skors ontstaan. Dit is egter monogeen, d.w.s. ontstaan uit één sellaag. Dit ontstaan nie gelyktydig rondom die stingel nie. Die betrokke skors- of epidermisselle ondergaan 'n tangensiale deling om die fellogeen te vorm, en deur herhaaldelike tangensiale delings van lg. word die felleemselle in radiale rye na buite gevorm. Op hierdie stadium geskied nog geen antiklinale delings nie.

Die jong felleemselle is aanvanklik lewendig, dunwandig en bevat tannien.

Skors. Die skors van *P. repens* varieer van 490—930μ in breedte. By die manlike stingels van *L. adscendens* is dit 110—195μ en by die vroulike stingels 290—390μ breed.

Die skors bestaan uit groot, ronde, dunwandige parenchiemselle, met klein tot taamlike groot intersellulêre ruimtes. Talryke chloroplaste kom veral in die buitenste deel daarvan voor. By *P. repens* kom stervormige tot kubiese kalsiumoksalaatkristalle voor. By *L. adscendens* word oliedruppels in die skors aangetref. Talryke steenselle word verspreid, enkeld of in groepe, by beide soorte aangetref. Die steenselle verskil in grootte en vorm, en besit dik,verhoute wande waarin apposisielae en eenvoudige stippels met eenvoudige of vertakte stippelkanale te onderskei is.

Geen egte endodermis met bandjies van Caspary kom voor nie. By *P. repens* word in die paar lae skorsselle net buite die vaatbundels setmeelkorrels aangetref in 'n onreëlmatige, onderbroke laag. Hierdie laag kan as setmeelskede beskou word. By *L. adscendens* kom setmeelkorrels versprei deur die skors voor.

Die vaatbundels wat in die skors lê, is blaarspore. Hulle is kollateraal en lê met hul xileem en floëem radiaal of dikwels skeef geplaas.

Murg. Die murg varieer in deursnee van ongeveer 1·1—2·6 mm. by *P. repens;* by *L. adscendens* varieer dit van 680—780μ by vroulike en 490—585μ by manlike stingels.

Dit bestaan uit groot, ronde, lewende, tannienbevattende parenchiemselle met intersellulêre ruimtes. Die selwande is aanvanklik onverhout, maar verdik en verhout later effens. By *P. repens* word kalsiumoksalaatkristalle aangetref, en by *L. adscendens* kom setmeelkorrels en enkele oliedruppels versprei deur die murg voor.

Vaatbundels. Talryke vaatbundels van verskillende groottes lê dig teenmekaar in 'n onreëlmatige kring, met besonder smal murgstrale (een tot drie selle wyd)

tussen die bundels.

Buite elke vaatbundel word 'n groep ekstraxilêre vesels aangetref. Hulle ontstaan as volg: wanneer die protofloëemsifbuise hul funksie verloor, vergroot die aangrensende jong parenchiemselle effens en druk die sifbuise inmekaar. Gedurende die maande van aktiewe stingelverlenging is hierdie parenchiemselle lewend, dunwandig en onverhout. In die maande van rus verhout en verdik hul selwande en differensieer hulle tot groepe vesels. Hulle kan as primêre floëemvesels beskou word.

Die metafloëem vorm die funksionele deel van die primêre floëem, aangesien die protofloëem baie gou vernietig word. Groot sifbuise, begeleidende selle en floëemparenchiem is te onderskei. Saamgestelde sifplate met kallose kom voor tussen die sifbuissegmente. In enkele floëemelemente, veral die ouer floëemparenchiem, kom tannien voor.

Aangesien primêre groei nog hier plaasvind, moet van 'n prokambium of van prokambiale stroke gepraat word. Dit is in ooreenstemming met Esau (1943) se interpretasie. Die prokambium is 'n aantal sellae dik in dwarsnee, en differensieer na weerskante geleidelik tot primêre xileem en floëem (fig. 2). Wanneer stingelverlenging aktief is, geskied seldeling vinnig en differensiasie raak agter, sodat breë stroke onvolwasse xileem- en floëemelemente weerskante van die prokambium voorkom. Gedurende die russtadium vind seldeling stadig of glad nie plaas nie, differensiasie hou tred daarmee, en volwasse floëem- en xileemelemente kom dig teen die prokambium voor.

In 'n dwarssnee is die prokambiumselle dunwandige, reghoekige, afgeplatte, radiaal gerangskikte selle. Die radiale wande is effens dikker as die tangensiale wande as gevolg van herhaaldelike tangensiale seldelings. In 'n lengtesnee is die selle verleng, smal, dunwandig, met skerp punte, en eenders.

In die protoxileem word tracheale elemente met spiralige wandverdikkings en parenchiemselle aangetref, maar geen vesels nie. In die metaxileem kom ook leer-, net- en selfs stippeltracheale elemente (tracheïede en vate) voor. Laasgenoemde elemente is 20—25μ in deursnee, met segmente 390—540μ lank. Eenvoudige, skuinsgeplaasde perforasieplate kom in die vate voor. Die oorgang van proto- na metaxileem is geleidelik.

Aan die binnekante van die vaatbundels word klein groepies xilêre vesels aangetref. Hulle ontstaan uit jong parenchiemselle wat vergroot en waarvan die wande verdik en verhout. Die sagte dele van die tracheale elemente van die protoxileem word tussen hulle inmekaar gedruk, maar die spiraalverdikkings van die tracheale elemente is nog tussen die vesels te onderskei.

3. **Begin van sekondêre groei en die bou van een en drie jaar oue stingels** (figure 3—11, 13—16)

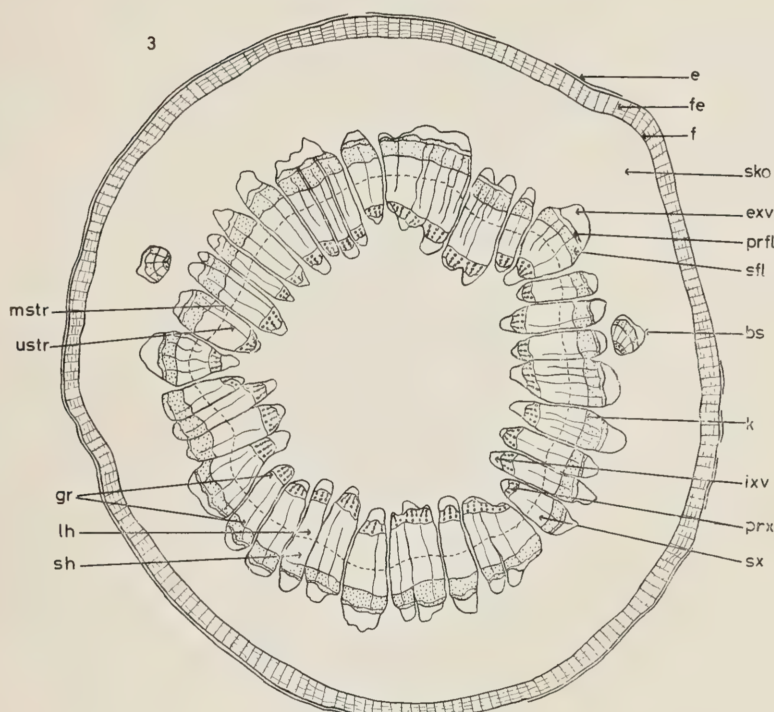


FIG. 3.

Diagram van 'n dwarssnee van 'n eenjarige *Protea repens*-stingel met sekondêre verdikking, × 16; bs, blaarspoor; e, epidermis; exv, ekstraxilêre vesels; f, fellogeen; fe, felleem; gr, groeiring; ixv, xilêre vesels; k, kambium; lh, lentehout; mstr, multiseriale vaatstraal; prfl, primêre floëem; prx, primêre xileem; sfl, sekondêre floëem; sh, somerhout; sko, skors; sx, sekondêre xileem; ustr, uniseriale vaatstraal.

Epidermis en periderm. By eenjarige stingels van *P. repens* word reeds 'n kurklagie van vier tot ses sellae breed (78—100μ) aangetref. Aan die buitekant van die kurklagie is die epidermis met 'n dik kutikula nog te onderskei. Namate die stingel in omvang toeneem, skeur die epidermis. By die driejarige stingel is dit nog plek-plek te onderskei.

Die periderm bestaan uit fellogeen en felleem, maar geen felloderm nie.

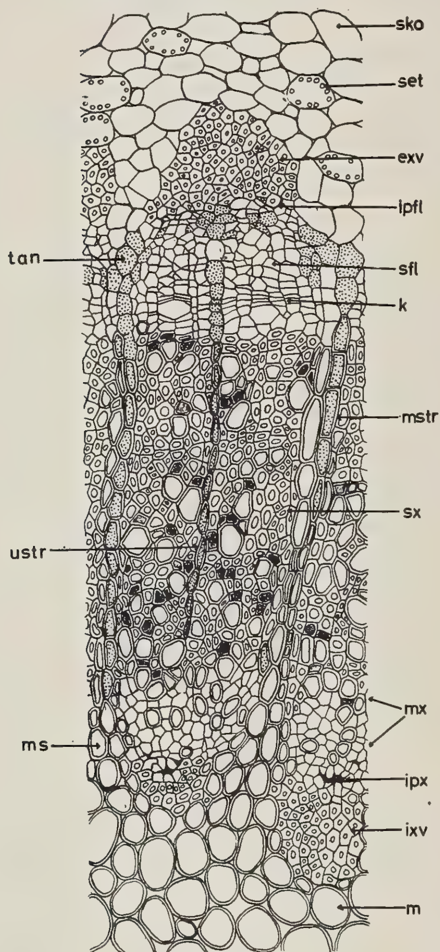
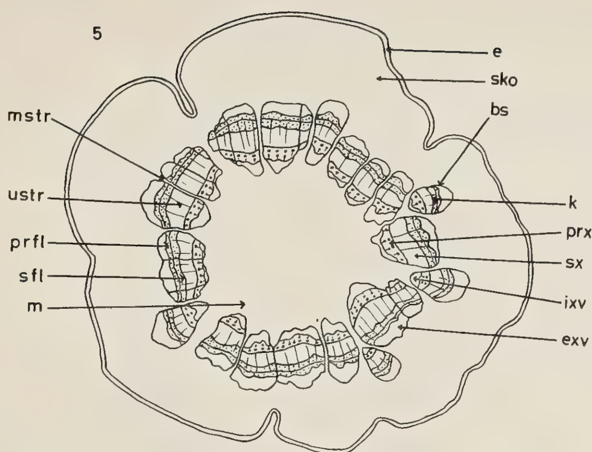
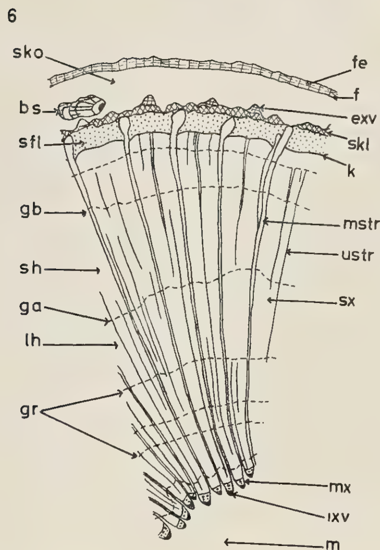


FIG. 4.

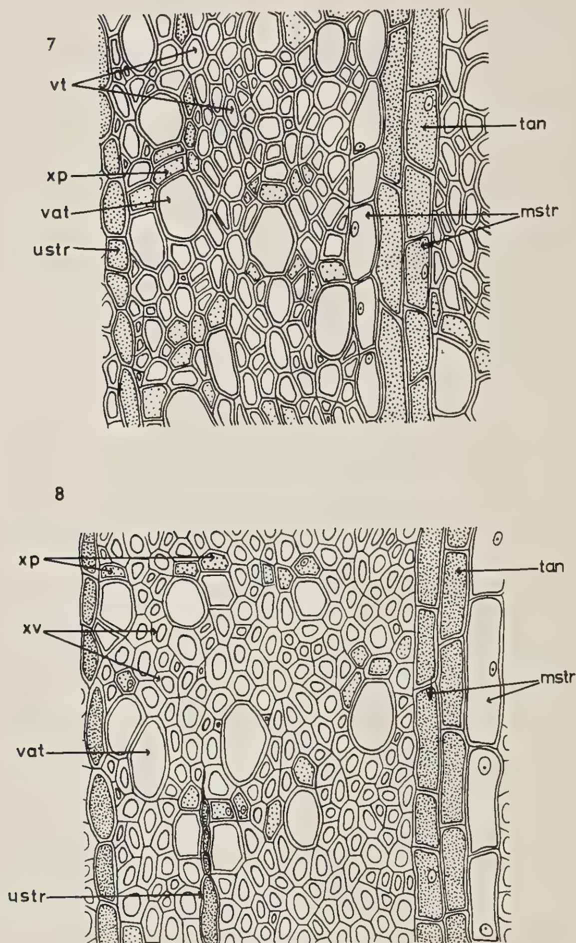
Detail van 'n sektor uit fig. 3, × 144; exv, ekstraxilêre vesels; ipfl, geoblitereerde protofloëem; ipx, geoblitereerde protoxileem; ixv, xilêre vesels; k, kambium; m, murg; ms, murgstraal; mstr, multiseriale vaatstraal; mx, metaxileem; set, setmeelkorrels; sfl, sekondêre floëem; sko, skors; sx, sekondêre xileem; tan, tannien; ustr, uniseriale vaatstraal.





FIGE. 5, 6.

Diagramme van sekondêre groei by stingels in dwarssnee: fig. 5, begin van sekondêre groei by *Leucadendron adscendens*, × 20; fig. 6, vier jaar oue *Protea repens*-stingel, × 9·5; bs, blaarspoor; e, epidermis; exv, ekstraxilêre vesels; f, fellogeen; fe, felleem; ga, grens tussen lente- en somerhout; gb, grens tussen twee groeiringe; gr, groeiring; ixv, xilêre vesels; k, kambium; lh, lentehout; m, murg; mstr, multiseriale vaatstraal; mx, metaxileem; prfl, primêre floëem; prx, primêre xileem; sfl, sekondêre floëem; sh, somerhout; skl, sklerenchiemlaag; sko, skors; sx, sekondêre xileem; ustr, uniseriale vaatstraal.



FIGE. 7, 8.
Details van hout uit fig. 6, × 255: fig. 7, lentehout; fig. 8, somerhout; mstr, multiseriale vaatstraal; tan, tannien; ustr, uniseriale vaatstraal; vat, xileemvat; vt, veseltracheïed; xp, xileemparenchiem; xv, xileemvesels.

Die kurkselle is nog lewend, dunwandig, met die wande oral ewe dik, en is sonder intersellulêre ruimtes. In 'n dwarssnee is hul reghoekig of vierkantig, maar is onreëlmatig of poligonaal in 'n tangensiale lengtesnee. Die meeste

felleem- en fellogeenselle bevat tannien, ander vertoon leeg. Die wande is verkurk, maar bevat geen lignien nie. Aparte wandlae kon nie onderskei word nie.

By die drie jaar oue stingel van *P. repens* is die kurk ongeveer 100—120μ (ses tot nege sellae) dik. Die bou daarvan is nes by jonger stingels, behalwe dat die buitenste paar lae selle direk onder die epidermis platgedruk en dood is.

Eenjarige stingels van *L. adscendens* word slegs deur 'n epidermis en kutikula afgesluit, aangesien kurk eers in tweejarige stingels gevorm word. By die driejarige stingel is die kurk reeds ongeveer 80—195μ (agt tot twaalf sellae) dik, met selle soos by *P. repens*.

Lentiselle kom voor as ronde of horisontale selmassas wat effens bo die stingeloppervlakte verhef is deur 'n opening in die kurk. Die grootte daarvan varieer van skaars sigbaar met die blote oog tot ongeveer drie tot vier mm deursnee in tangensiale rigting. Hul kom enkeld voor of in groepies wat 'n vertikale ry onderkant die blaarsteel vorm, en is nie baie volop nie.

Die lentisel (fig. 11) bestaan uit 'n massa groterige, taamlik ronde tannienryke vulselle met dun, effens verkurkte selwande en klein intersellulêre ruimtes tussenin. Onder die massa vulselle is 'n paar lagies gewone kurkselle dig opmekaar, wat 'n sluitvlies vorm. Die sluitvlies is dwarsdeur die jaar te onderskei, en is soms net twee lae en ander kere ses of meer sellae breed.

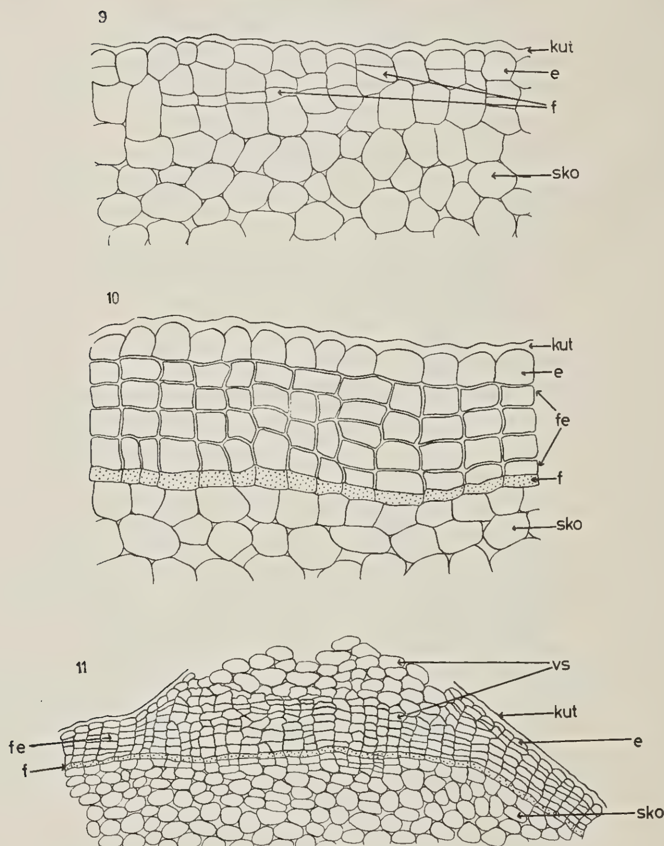
Hierdie tipe lentisel stem naasteby ooreen met Wutz (1955) se Salix-tipe. Volgens Wutz is dit die eenvoudigste tipe lentisel by Angiospermae, en besit dit geen histochemiese differensiasie in die selwande van die vulweefsel nie, aangesien al die vulselle verkurkte wande het.

Skors. By die ouer stingels neem die breedte van die skors geleidelik af, tot ongeveer 290—390μ by die driejarige stingels van *P. repens* en 190—290μ by dié van *L. adscendens*.

Die bou van die skors stem ooreen met dié van jong stingels. Die skorsparenchiemselle vertoon hier egter meer ovaalvormig in tangensiale rigting, a.g.v. tangensiale selstrekking. Plek-plek het radiale seldelings plaasgevind, Dilatasie van die skors geskied dus deur tangensiale strekking en radiale deling van die selle.

Murg. Die murg toon by die driejarige stingels 'n effens kleiner deursnee as by die jonger stingels, nl. 0·9—1·95 mm by *P. repens* en 560—780μ by *L. adscendens*. Die murgparenchiemselwande is by die driejarige stingels verhout.

Vaatweefsel en sekondêre verdikking. Nieteenstaande die sekondêre verdikking, is die afsonderlike vaatbundels nog te herken, veral deur die ligging



FIGE. 9—11.

Dwarsneë deur oppervlakkige deel van stingels van *Protea repens*: fig. 9, ontwikkeling van die fellogeen, × 140; fig. 10, jong kurk, × 140; fig. 11, lentisel, × 45; e, epidermis; f, fellogeen; fe, felleem; kut, kutikula; sko, skors; vs, vulselle.

van die groepe ekstraxilêre en xilêre vesels, asook deurdat die vaatstrale teenoor die murgstrale gevorm word.

Baie meer sekondêre xileem as floëem is gevorm by die driejarige stingels, nl. 'n breedte van 145—215μ floëem teenoor 2·0—3·7 mm xileem by *P. repens*, en 100—145μ floëem teenoor 1·8—2·4 mm xileem by *L. adscendens*.

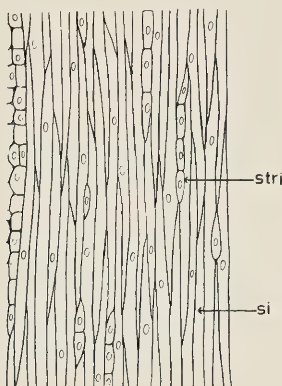


FIG. 12.
Tangensiale lengtesnee deur die kambium van *Protea repens*, × 100; si, spilvormige inisiales; stri, straalinisiales.

(a) *Floëem.* By die eenjarige stingel van *P. repens* word die groepe ekstraxilêre vesels soos voorheen aangetref. By die driejarige stingel kom buite die funksionerende sekondêre floëem en binne die ekstraxilêre vesels 'n onreëlmatige, min of meer aaneenlopende sklerenchiemlaag van ongeveer 115—195μ breed voor (fig. 6). Vesels, steenselle en oorgangsvorme tussen hulle word hierin aangetref (fig. 15). Dit ontstaan waarskynlik uit sekondêre floëem wat nie meer funksioneer nie.

'n Onreëlmatige sklerenchiemlagie kom by *L. adscendens* reeds by die eenjarige stingel voor.

Net binne die groepe vesels kom by eenjarige stingels nog bietjie primêre floëem voor, met elemente kleiner as dié van die sekondêre floëem en met baie min radiale rangskikking van die selle. Vaatstrale ontbreek daarin.

In die sekondêre floëem is sifbuise, begeleidende selle en floëemparenchiem aanwesig. Saamgestelde sifplate kom op die skuinsgeplaasde eindwande voor (figure 13—14), terwyl sifareas op die lengtewande te onderskei is. Kallose kom op die sifplate van alle ouer sifbuise voor in al die jaargetye. Vaatstrale is hier aanwesig.

By die driejarige stingels is geen primêre floëem meer te onderskei nie.

In die ouer, nie meer funksionerende deel van die sekondêre floëem het die elemente dikker wande en is hulle ryk aan tannien. Gedeeltelik geoblitereerde floëemelemente kom hier voor.

(b) *Kambium.* Die kambiale gordel bestaan uit drie tot vier lagies afgeplatte, reghoekige, dunwandige selle waarvan die radiale wande effens dikker is as die tangensiale wande a.g.v. herhaaldelike tangensiale seldelings. Spilvormige inisiales en straalinisiales kom voor, wat respektiewelik die aksiale elemente en die vaatstrale van die sekondêre vaatweefsel vorm. Die kambiumderivate toon 'n reëlmatige radiale rangskikking en differensieer aan weerskante geleidelik tot sekondêre xileem- en floëem.

In 'n dwarssnee verskil die spilvormige inisiales en straalinisiales min, maar in 'n tangensiale lengtesnee (fig. 12) is die verskil opvallend. Die spilvormige inisiales is lang, smal selle (330—390μ lank by *P. repens*) met skerp punte. Hulle lê nie in horisontale reekse nie, en die kambium is dus ongeordend. Die straalinisiales is kort, isodiametriese of effens verlengde selle wat in groepe, die hoogte en wydte van die vaatstrale, voorkom.

In die groeiseisoen vind seldeling in die kambium vinniger as differensiasie plaas, en stroke onvolwasse sekondêre xileem- en floëemelemente kom weerskante van die kambiale gordel voor (fig. 4). In die onaktiewe tydperk vind seldeling stadig of glad nie plaas nie, sodat die differensiasie die agterstand inhaal; volwasse elemente word dig teen die kambiale gordel aangetref.

(c) *Xileem* (figure 7, 8, 16). In die sekondêre xileem is by die eenjarige stingels één groeiring te onderskei, sonder 'n skerp grens tussen die lente- en somerhout.

Stingels wat drie jaar oud is, te oordeel na uitwendige kenmerke, toon in sommige gevalle drie groeiringe (waarskynlik jaarringe), terwyl in ander gevalle minder duidelike of glad geen groeiringe te sien is nie. Die groeiringe is nie duidelik afgebaken nie en is in 'n stingel nie oral ewe duidelik waarneembaar nie. Takke aan al die kante van 'n struik, se groeiringe is ewe onduidelik sigbaar.

Waar groeiringe waarneembaar is, kan lente- en somerhout onderskei word op grond van die aantal vate en die selwanddikte van die vesels. In die lentehout kom heelwat vate en baie parenchiem voor, ingebed in 'n grondmassa van veseltracheïede (fig. 7). Hier is die radiale rangskikking van die xileemelemente versteur deur die groot aantal wye vate. Somerhout (laat hout) besit minder en effens smaller vate wat verder uitmekaar en dikwels enkeld geleë is, minder parenchiem, en 'n grondmassa van

egte (libriforme) vesels (fig. 8). By *L. adscendens* kom soms 'n strokie vesels (ongeveer vier tot ses sellae breed) sonder enige vate voor op die grens tussen twee groeiringe.

Die xileemvate toon 'n diffuse verspreiding, hoewel hulle 'n weinig meer talryk in lente- as in somerhout is. In 'n dwarssnee is die vate apart of in klein groepies langs mekaar gerangskik sodat onvolledige tangensiale bande of stroke gevorm word. Dit lyk of die vate en xileemparenchiem ingebed is in 'n veselmassa.

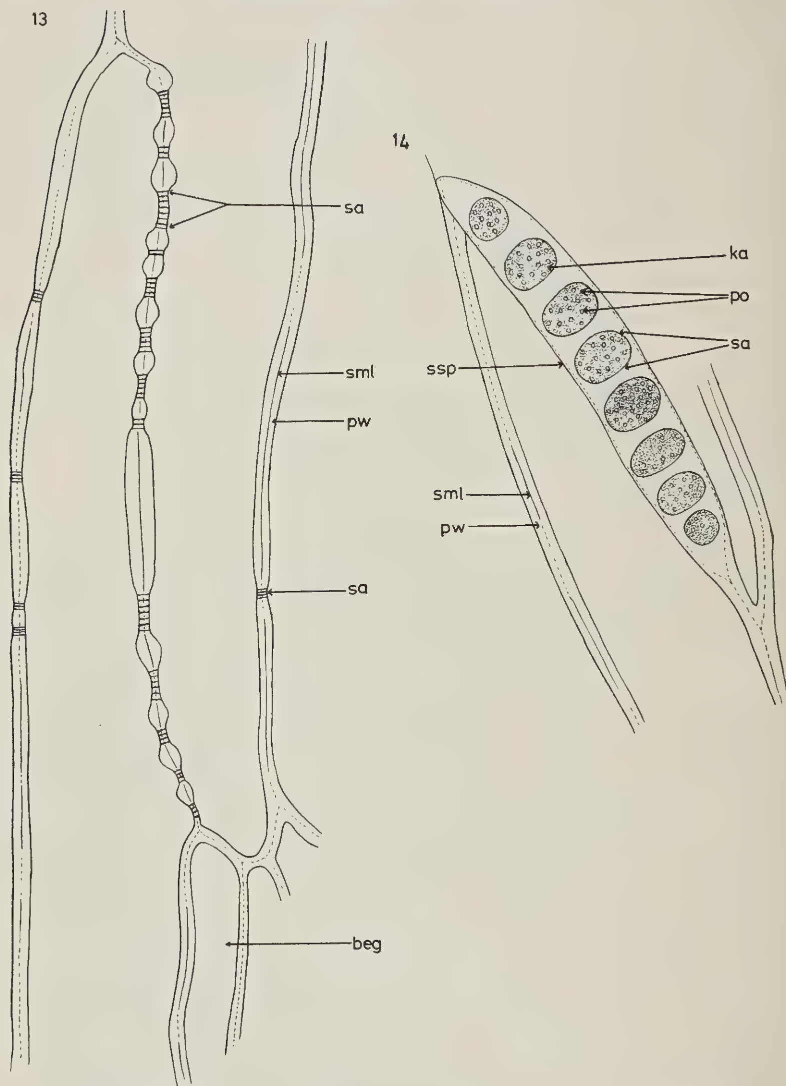
Die deursnee van die vate is 52—58μ vir *P. repens* en 22—33μ vir *L. adscendens*. Die lengte van die vaatsegmente wissel van 340—490μ by *P. repens* en 240—340μ by *L. adscendens*. Ongeveer 210—310 vate per vk mm kom voor by beide soorte. Slegs stippelvate met alternerende skuinsgeplaasde spleet- en kruisspleethofstippels kom voor. Die vaatsegmente het skuinsgeplaasde eenvoudige perforasieplate met lang stertjies (fig. 16).

Die xileemparenchiem is paratracheaal en in stroke of groepies van een tot twee selle wyd, buite die groepe vate aanwesig. Die selle is smal en verleng, met dwarsgeplaasde eindwande. Hulle is 185—265μ lank en 20—25μ breed by *P. repens*, en 120—290μ lank by *L. adscendens*. Hul wande is verdik, effens verhout en besit eenvoudige stippels.

Vesels is talryk in die xileem en besit dik verhoute wande. Hul het ongeveer dieselfde deursnee as die parenchiemselle maar het kleiner lumens as gevolg van die dikker wande. Hul is ongeveer 780—980μ lank by *P. repens* en 480—680μ by *L. adscendens*. Hulle vorm die grondmassa waarin die vate en xileemparenchiem ingebed is. Sommige vesels, veral in die somerhout, het eenvoudige of geen stippels nie en is dus egte (libriforme) vesels. In die lentehout het hulle swak ontwikkelde hofstippels en is dus eerder veseltracheïede. Daar is waarskynlik geen egte tracheïede aanwesig nie, maar wel oorgangsvorme tussen laasgenoemde en veseltracheïede, asook tussen egte vesels en veseltracheïede.

Binnekant die sekondêre xileem word die primêre xileembundels en groepies xilêre vesels nog soos voorheen aangetref. Die selwande van laasgenoemde is sterker verhout. Die vate van die primêre xileem is effens nouer as die in die sekondêre xileem en die elemente toon min radiale rangskikking.

(d) *Vaatstrale*. Daar kom twee tipes vaatstrale voor in die sekondêre vaatweefsel (fig. 4): twee tot 'n paar selle breed (multiseriaal) en slegs een sel breed (uniseriaal). Multiseriale strale ontstaan uit straalinisiales



FIGE. 13, 14.
Details van sifbuise van *Protea repens*, × 600: fig. 13, sifplaat in lengtesnee; fig 14, sifplaat in vooraansig; beg, begeleidende sel, ka, kallose; po, porie; pw, primêre wand; sa, sifareas; sml, saamgestelde middellamella; ssp, saamgestelde sifplaat.

wat in die murgstrale, en dus interfassikulêr, gevorm word wanneer sekondêre groei begin. Dit lyk dus asof die murgstrale geleidelik oorgaan in multiseriale strale. Die uniseriale strale ontstaan uit straalinisiales in die intrafassikulêre kambium. Die beginpunte van die langste uniseriale strale toon waar sekondêre vaatweefsel begin. Die strale is in tangensiale lengtesnee een tot baie selle hoog.

Die vaatstrale is homogeen en bestaan uit neerliggende straalparenchiemselle, wat smal is en effens radiaal verleng, met meesal tannienagtige inhoude (gestippeld in fig. 4). By *L. adscendens* kom ook setmeelkorrels in die straalselle voor. Die selwande is dun en onverhout in die sekondêre floëem, en verhout in die sekondêre xileem. In die floëem verdik en verhout die wande van sommige selle van die multiseriale strale, om groepies steenselle (sklereïede) in die middel van die floëemstraal te vorm, met gewone straalparenchiem aan die rande.

Beide uni- en multiseriale vaatstrale, maar veral laasgenoemde, toon dilatasie. Dit geskied veral deur selvergroting en baie min deur seldeling. Die strale word wyer na buite deur selstrekking in tangensiale rigting. Dilatasie is veral waarneembaar in die multiseriale strale van die floëem en jonger xileem, in die straalparenchiemselle weerskante van die steenselle.

Die multiseriale strale van *P. repens* is ongeveer 30—120μ (twee tot ses selle) breed en 0·5—2·5 mm en selfs tot 4 mm hoog, in die jongste sekondêre xileem gemeet. Die uniseriale strale is 13μ breed en 0·8—1·8 mm hoog. By *L. adscendens* wissel die vaatstrale van 1·0—3·9 mm hoog en van 10—95μ wyd.

4. Bou van die veel ouer stam

Twee stamme van *P. repens* en een van *L. adscendens* is ondersoek. Die ouderdomme is bepaal op grond van die simpodiale stingelvertakkings. Die stam van *L. adscendens* is 3·5—3·8 cm in deursnee en 12 jaar oud. Die 16 jaar oue stam van *P. repens* is 12—12·5 cm en die 12 jaar oue stam 5·3—5·7 cm in deursnee.

Periderm. Geen rhytidoma kom voor nie, want die oorspronklike fellogeen is nog steeds (en bly miskien lewenslank) aktief. Dis opvallend dat slegs 'n baie dun kurklagie aanwesig is in verhouding tot die dikte van die stam. By *P. repens* wissel die breedte daarvan van 120—300μ terwyl by *L. adscendens* 'n heelwat breër kurklaag aangetref word, nl. 290—780μ breed. Die ouer kurklae skilfer af en daarom is die epidermis ook verlore.

Die grootste, buitenste deel van die kurklaag bestaan uit radiaal afgeplatte,



Fig. 15.
Verhoute elemente uit die gemaseerde sekondêre floëem van *Protea repens*, × 125; b, c, i, egte vesels; a, d-h, j-m, steenselle.

donkerbruin, tannienbevattende, dooie selle. Die binneste paar kurksellae toon die tipiese bou soos by die jonger stingels. Daaronder is die fellogeen te onderskei. Geen felloderm kom voor nie, behalwe vir twee tot vier lagies onder die lentiselle.

Dilatasie by die kurk geskied deur tangensiale selstrekking en hier en daar radiale lengtedelings in die fellogeen. By *P. repens* is die nuwe kurkselle nou 55—66μ breed in tangensiale rigting in teenstelling met 22—40μ by jonger stingels.

Lentiselle van verskillende groottes is redelik volop in die ou *P. repens*-stamme. Die bou daarvan stem ooreen met die van die jonger stingels. Die bou van lentiselle by die ou *L. adscendens*-stam kon nie met sekerheid nagegaan word nie.

Skors. Aangesien die oorspronklike fellogeen aktief bly, is die skors nog aanwesig. Dit is heelwat breër as by driejarige stingels: by *P. repens* 1·0—1·1 mm en by *L. adscendens* 780—980μ breed. Die skors is deur tangensiale seldelings verbreed tot 26 sellae in teenstelling met die 10—15 sellae by driejarige *P. repens*-stingels, en tot 15 lae in teenstelling met agt by *L. adscendens.*

Dilatasie van die skors geskied deur radiale seldelings en deur 'n geweldige selstrekking in tangensiale rigting. Die skors is nou baie ryker aan tannien, steenselle en setmeel (lg. by *L. adscendens*) as by driejarige stingels.

Floëem. In plaas van die aaneenlopende sklerenchiemlaag, word die vesels en steenselle op die grens tussen die skors en sekondêre floëem aangetref in 'n onreëlmatige, onderbroke laag. Hierdie toestand is te wyte daaraan dat die sklerenchiemlaag nie dilateer nie en onreëlmatig verskeur het.

Die sekondêre floëem is taamlik breed in vergelyking met die smal kurklaag en skors, maar is baie smaller as die sekondêre xileem. By die 16 jaar oue *P. repens*-stam is 2—2·3 mm breë sekondêre floëem aanwesig en 5·1—5·8 cm breë sekondêre xileem. Die buitenste deel van die floëem funksioneer nie meer nie en slegs die binneste ongeveer 250μ breë strokie by *P. repens*, en 290—340μ by *L. adscendens*, is funksionerend.

In die nie-funksionele deel van die floëem is vesels aanwesig. By *P. repens* vorm die vesels lagies van ongeveer 146—176μ breed, afwisselend met die deels geoblitereerde dunwandige floëemelemente. Die vesels dui nie groeiringe in die floëem aan nie. Na buite is die dunwandige floëemelemente geleidelik al meer geoblitereer, sodat die elemente daar nie meer te onderskei is nie. By *L. adscendens* vorm die vesels nie lagies nie, maar kom versprei deur die nie-funksionerende floëem voor, enkeld of in groepies.



FIG. 16.

Verhoute elemente uit die gemaseerde sekondêre xileem van *Protea repens*, × 125; a-b, egte vesels; d, k, stippelvaatsegmente; e, f, h, vaatstraalparenchiemselle; c, g, i, xileemparenchiem; j, l, veseltracheïede.

Kambium. Dit bestaan uit 'n baie smal gordel meristematiese selle tussen die sekondêre xileem en floëem.

Xileem. By *P. repens* bestaan die grootste binneste donkerbruin deel van die sekondêre xileem uit kernhout. Die spinthout daaróm is ligbruin met 'n pienkerige skynsel. Die grens tussen kernhout en spinthout is nie skerp nie en nie oral ewe duidelik nie. Die kernhout is geïmpregneer met 'n donkerrooi stof wat tannienagtig van aard is. Al die xileemparenchiemselle is hier dood en gevul met tannien. Baie vate is ook gevul met tannien. Geen thylle kom voor nie. Die hout van *L. adscendens* is ligbruin van kleur met 'n pienk tint, en geen kernhout is te onderskei nie.

Groeiringe is nie baie duidelik nie, maar is tog waarneembaar, veral in die kernhout. By die 16 jaar oue *P. repens*-stam is 16 groeiringe, wat dus jaarringe voorstel, te onderskei. Waar groeiringe redelik opvallend is, sal die ouderdom van plante daarvolgens bepaal kan word, hoewel die tel van simpodiale stingelvertakkings miskien 'n meer betroubare kriterium is. Hoewel groeiringe soms by *L. adscendens* te onderskei is, is hul nie duidelik afgebaken nie, en dit lyk nie moontlik om die ouderdom hier te bepaal deur die groeiringe te tel nie.

Dieselfde elemente word in die sekondêre xileem aangetref as voorheen. By die ouer stam is 'n sterker neiging tot tangensiale rangskikking van vate as by jonger stingels, en hier word selfs tangensiale bande van vate aangetref wat van een straal tot die volgende strek. Die vate het 'n groter deursnee as by die jonger stingels, nl. 50—75μ by *P. repens* en 40—46μ by *L. adscendens*, maar die vaatsegmente is korter as by jonger stingels, nl. 200—370μ by *P. repens* en 200—310μ by *L. adscendens*. Daar is minder vate per vk mm aanwesig as by jonger stingels, nl. 80—130 by *P. repens* en 210—260 by *L. adscendens*. Bou van die vate is dieselfde as voorheen beskryf.

Die xileemparenchiem toon dieselfde rangskikking en bou as voorheen.

Die grondmassa van die xileem bestaan uit alle moontlike oorgangsvorms tussen vesels en tracheïede en tussen vesels en steenselle, asook uit egte vesels. Die vesels is 0·6—1·1 mm lank by *P. repens* en 340—680μ by *L. adscendens* wat nie veel verskil van dié by jonger stingels nie.

Die aparte primêre xileembundels en groepies vesels is nog sigbaar en vorm deel van die kernhout. Die parenchiemselle hier is dood, die selwande gekartel en die selle ryk aan tannien.

Vaatstrale. Soos voorheen kom multi- en uniseriale vaatstrale voor. Die aantal uniseriale strale vermeerder steeds na buite, waarskynlik deurdat spilvormige kambiuminisiales verander tot straalinisiales deur seldeling.

Die selle van beide tipes strale vergroot geleidelik na buite in tangensiale

en radiale rigtings. Dilatasie geskied nog deur veral selvergroting maar ook deur seldelings, waardeur sommige uniseriale strale tot multiseriale strale verander. By *L. adscendens* geskied dilatasie veral in die multiseriale strale. As gevolg van die geweldige dilatasie is die multiseriale strale by hierdie soort naby mekaar geleë in die floëem en die jongste xileem, en ongeveer net so breed as die sektors van vaatweefsel daartussen. Steenselle word in die middel van multiseriale strale by beide spesies aangetref. Geen verdeling van multiseriale strale tot smaller strale is gevind nie.

In 'n tangensiale lengtesnee is die vaatstrale van *P. repens* drie tot vier mm hoog en tot 0·5 mm breed in die jongste sekondêre xileem gemeet, en dié van *L. adscendens* tot 4 mm hoog en tot 0·4 mm breed.

Murg. Die murg is nog aanwesig en het ongeveer dieselfde breedte as in driejarige stingels. Die verhoute selwande is dikker as voorheen, en die selle dood en baie ryk aan tannien.

5. Bou van die Knope

By die jong stingel (figure 17—20). In die knope kan die vaatweefsel in drie dele ingedeel word: vaatweefsel van die as, vaatbundels na die blaar (blaarspore) en vaatbundels na die okselknop (okselknopspore).

Na elke blaar loop 'n groot mediane en twee kleiner laterale blaarspore. Hulle toon dieselfde bou as die primêre stingelvaatbundels en besit vereers slegs primêre, maar later ook sekondêre vaatweefsel.

By *P. repens* verlaat een laterale blaarspoor die stingelvaatweefsel eerste. ongeveer twee tot drie litte onder die blaarbasis. Dit loop geleidelik skuins deur die skors na die blaarbasis. Die tweede laterale spoor verlaat die kring vaatbundels in ongeveer die tweede lit onder die blaarbasis. Die mediane spoor verlaat die kring in die lit direk onder die blaarbasis. By *L. adscendens* verlaat die mediane bundel die stele eerste, ongeveer twee litte onder die blaarbasis (fig. 18a), en die twee laterale bundels ongeveer gelyktydig in die lit direk onder die blaarbasis (fig. 18b).

Lengtesneë toon dat die hoeke waarmee die drie blaarspore na die blaarsteel buig, verskil. By *P. repens* loop die twee laterale spore geleidelik skuins na die blaarsteel en vorm 'n klein hoek met die as (fig. 19). Die mediane bundel buig vinniger uit en vorm 'n groter hoek (fig. 20).

By *P. repens* dring die laterale blaarspore eerste die blaarsteel binne, gevolg deur die mediane spoor. Die omgekeerde geld vir *L. adscendens*. By *P. repens* vertak eerste die laterale bundels en dan die mediane bundel, elk in ongeveer drie takke, wat in die blaarsteel tot 'n wisselende mate vertak en weer verenig (fig. 17c–d). By *L. adscendens* vertak die bundels eers hoër op in die blaarsteel sodat in die blaarbasis slegs drie bundels aangetref word.

Bokant die plek waar 'n blaarspoor die stele verlaat, word 'n blaarvenster

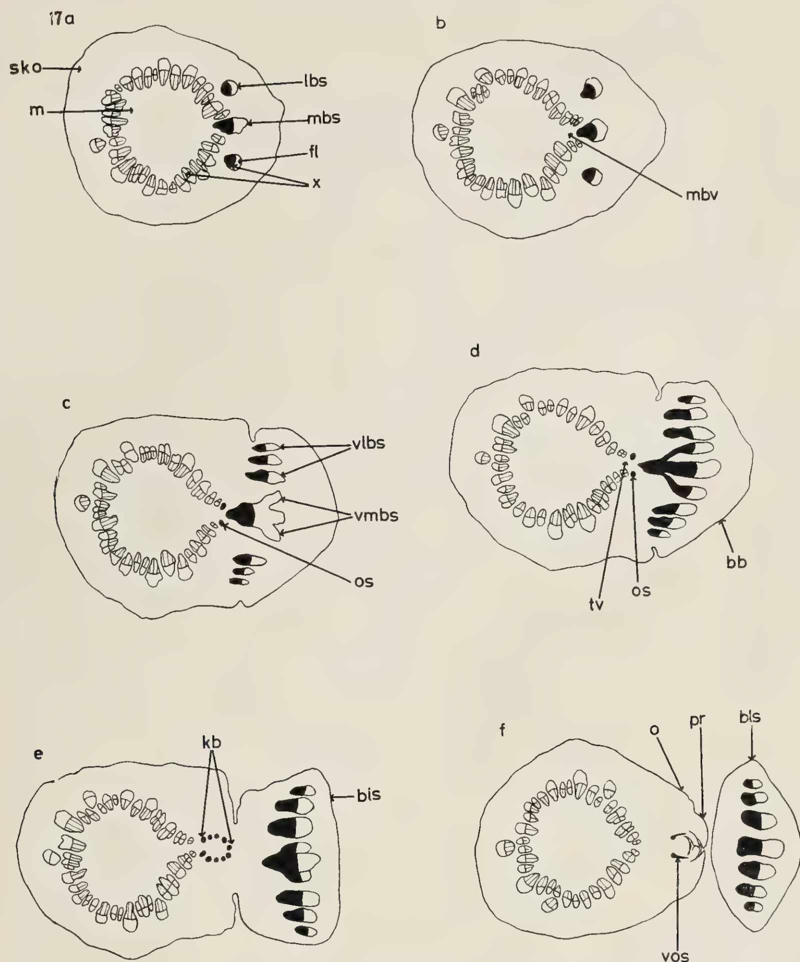


FIG. 17.

Diagramme van 'n reeks dwarssneë om die verloop van blaarspore en okselknopspore by *Protea repens* te illustreer, van a, laag, tot f, hoog, × 8; bb, blaarbasis; bls, blaarsteel; fl, floëem; kb, kring van okselknopbundels; lbs, laterale blaarspoor; m, murg; mbs, mediane blaarspoor; mbv, mediane blaarvenster; o, okselknop; os, okselknopspoor; pr, profil; sko, skors; tv, gesamentlike tak- en blaarvenster; vlbs, vertakte laterale blaarspoor; vmbs, vertakte mediane blaarspoor; vos, vertakte okselknopspoor; x, xileem.

van parenchiem aangetref. Aangesien daar drie blaarvensters i.v.m. elke blaar staan, is die knope by beide soorte trilakunêr. Die laterale vensters is klein, maar die mediane venster is groter en is aaneenlopend met die okselknopvenster (takvenster) net bokant die okselknopspore.

Die okselknoppe kom een tot twee mm bokant die oksels van die blare, teen die stingel, voor. Hulle word voorsien deur twee takspore (hier okselknopspore genoem omdat die takke nog in die okselknopstadium is). Die okselknopspore is heelwat kleiner as die blaarspore, maar het dieselfde bou as laasgenoemde.

Die twee klein okselknopspore verlaat die stele ná die mediane blaarspoor (by *P. repens*) of na die twee laterale spore (by *L. adscendens*) (figure 17c, d, 18b). Hierdie okselknopspore spruit uit die vaatweefsel teen die rande van die mediane blaarvenster, lê eers as halfmaanvormige boë in die skors (fig. 18d), loop dan skuins na bo na die okselknop en vertak terselfdertyd in 'n hele aantal klein vaatbundels (fig. 17e). Laasgenoemde lê in 'n volledige silinder onder die okselknop vanwaar die bundeltjies na die verskillende skubblare van die okselknop gaan (fig. 17e, f). Die eerste twee bundeltjies gaan na die eerste twee skubblare (profille). Die okselknopspore bestaan dus in werklikheid uit aggregasies van spore na die verskillende vroeë blare (skubblare) van die okselknop.

Gedurende sekondêre groei by ouer stingels (fig. 21). Wanneer sekondêre groei in die stingel begin, word kambium in die parenchiem van die blaarvenster gevorm. Hierdie kambium vorm dan sekondêre vaatweefsel oor die blaarvenster, sodat laasgenoemde geleidelik gesluit word. In die driejarige stingel besit elke blaarvenster sekondêre vaatweefsel teen sy rande, met 'n breë multiseriale vaatstraal teenoor die blaarspoor. Die kleiner laterale vensters word gouer gesluit as die mediane venster. In 'n mediane lengtesnee deur die blaarsteel en stingel is 'n klein gedeelte van die blaarvenster aan die buitekant van die kambium te sien, bestaande uit dunwandige parenchiem met groepe steenselle daarin, en 'n stukkie blaarvenster teen die murg, bestaande uit verhoute parenchiemselle.

By vierjarige *P. repens*-stingels is die blare nog nie afgewerp nie en die blaarspore nog nie afgebreek deur die sekondêre vaatweefsel wat in die blaarvenster gevorm is nie. Die blare van *P. repens* word afgewerp eers waar die stingels 10—12 jaar oud is. Hoewel al die blare van *L. adscendens* reeds in die tweede jaar afgewerp word, word die blaarspore nie deur die sekondêre vaatweefsel afgebreek nie, selfs in stingels van ses jaar oud.

Bespreking

Van die Suid-Afrikaanse Proteaceae is die houtanatomie van *Protea elliottii*, *P. grandiflora*, *P. lepidocarpon* en *Leucadendron argenteum* deur Chattaway

(1948a) ondersoek. Metcalfe en Chalk (1950) gee tekeninge van die stingel- en houtanatomie van *Protea cynaroides*, *P. pulchella* en *Leucadendron argenteum* aan.

Die gegewens oor die algemene stingelanatomie en histologie van *Protea repens* en *Leucadendron adscendens* sal nou kortliks vergelyk word met die resultate van die vorige navorsers by ander lede van die Proteaceae.

Die bou van die periderm van die huidig ondersoekte spesies stem ooreen met dié van die vorige ondersoekte spesies (Engler, 1893; Metcalfe en Chalk). Solereder (1899) asook Metcalfe en Chalk meld dat die kurk in die subepidermis ontstaan by spesies van *Banksia*, *Dryandra*, *Grevillea*, *Hakea*, *Persoonia*, *Stenocarpus*, ens. Nou is getoon dat die fellogeen beide in die buitenste skorslaag asook in die epidermis ontstaan, selfs by een en dieselfde stingel.

Die bou van die lentiselle is nou waarskynlik vir die eerstemaal by die Proteaceae beskryf, asook die feit dat die oorspronklike fellogeen vir minstens 16 jaar aktief bly, en dat daar dus geen rhytidoma is nie en die skors vir minstens die 16 jaar blywend is. Dit verskil van *Dryandra* waar dieperliggende sekondêre fellogene soms voorkom (Metcalfe en Chalk).

In die huidige ondersoek is Metcalfe en Chalk se vermelding dat tannien voorkom in die skors, murg, murgstrale en floëem van die Proteaceae, bevestig. By *P. repens* is kalsiumsalaatkristalle gevind. Sulke kristalle is volgens Metcalfe en Chalk skaars by die Proteaceae, hoewel aanwesig by o.a. *Banksia*, *Dryandra*, *Grevillea*, *Hakea*, e.a. By beide huidig ondersoekte soorte kom groepe steenselle in die skors en murg voor. Engler, Solereder en Metcalfe en Chalk noem ook die teenwoordigheid van steenselle by die familie, o.a. by *Leucadendron argenteum*, *Leucospermum conocarpum*, *Banksia*, *Dryandra*, *Grevillea* en *Hakea*.

Behalwe vir die blaarspore is geen skorsbundels by die huidig ondersoekte soorte gevind nie, hoewel Metcalfe en Chalk dit noem vir soorte van *Protea*, *Banksia* en *Dryandra*. Dis moontlik dat hulle die blaarspore, sommige waarvan, soos nou aangetoon, deur verskeie litte loop voor hulle na die blare divergeer, met ware skorsbundels verwar het.

By die huidig ondersoekte soorte word groepe ekstraxilêre vesels by jong stingels buite die vaatbundels aangetref, en by effens ouer stingels is 'n breër, aaneenlopende sklerenchiemlaag van vesels en steenselle binne die ekstraxilêre vesels aanwesig. Solereder en Metcalfe en Chalk noem ook die teenwoordigheid van 'n sklerenchiemlaag in die perisikel by die familie, bv. by spesies van *Banksia*, *Grevillea*, *Hakea*, *Knightia* ens. Die sklerenchiem skyn dus 'n wydverspreide familiekenmerk te wees.

In die floëem besit die sifbuise saamgestelde sifplate op die skuins eindwande

en sifareas op die lengtewande. Dit stem ooreen met Engler en Solereder se beskrywings. In die ou stam word tangensiale strokies (*P. repens*) of verspreide groepies (*L. adscendens*) vesels in die ou, nie-funksionerende floëem aangetref, maar hulle dui geen groeiringe aan nie. Metcalfe en Chalk noem ook die voorkoms van vesels in die floëem by spesies van *Banksia*, *Dryandra*, *Grevillea*, *Hakea* ens., maar volgens hulle ontbreek dit by *Protea*.

Wanneer sommige van die protoxileemvate hul funksie verloor, word hulle vernietig, terwyl die aangrensende parenchiemselle groepe xilêre vesels vorm. Solereder vermeld ook die teenwoordigheid van vesels aan die buiterand van die murg, teen die primêre xileem, by die Proteaceae.

Drie soorte xileemelemente word in die sekondêre xileem aangetref, soos ook deur Solereder, Metcalfe en Chalk en deur Chattaway (1948a) vir die familie beskryf: xileemvate, -parenchiem en -vesels.

By *P. repens* en *L. adscendens* toon die vate 'n diffuse verspreiding wat ooreenstem met die bevindings van Metcalfe en Chalk en van Chattaway. Die vate kom enkeld of in klein groepies voor en vorm kort tangensiale bande. *L. adscendens* toon 'n sterker neiging tot tangensiale rangskikking van vate as *P. repens*. Volgens Chattaway is die vate soms oorheersend enkeld (bv. *Faurea*), soms enkeld of in kort tangensiale of radiale groepe (bv. *Roupala*, *Protea*) en soms toon hulle 'n opvallende tangensiale rangskikking (bv. *Knightia*).

Eenvoudige perforasieplate kom by die huidig ondersoekte soorte voor. Dit is ook deur Engler, Solereder, Metcalfe en Chalk, en Chattaway genoem vir die soorte wat hulle ondersoek het.

Die deursnee van die vate is 52—58μ vir *P. repens* en 22—33μ vir *L. adscendens*. Volgens Metcalfe en Chalk is die vate 50—200μ in deursnee en soms groter. In die huidige ondersoek is 210—310 vate per vk mm by die jong stingels van beide soorte aangetref. Volgens Metcalfe en Chalk is daar 5—15 vate per vk mm by die Proteaceae en soms selfs minder (bv. sekere spesies van *Protea*, *Embothrium*, *Stenocarpus*). Hierdie gegewens stem dus glad nie ooreen met dié wat in die huidige ondersoek verkry is nie. Die lengte van die vaatsegmente is 340—490μ by *P. repens* en 240—340μ by *L. adscendens* by jong stingels, en korter by ouer stingels. Dit stem naastenby ooreen met Metcalfe en Chalk se opgawe dat die segmente meestal 0·3—0·5 mm lank is (maar soms tot 0·9 mm lank).

By die huidig ondersoekte soorte word paratracheale xileemparenchiem aangetref, as enkele selle of in kort, tangensiale bande net buite die vate. Volgens Chattaway kan xileemparenchiem para- of apotracheaal wees by die Proteaceae, terwyl die rangskikking daarvan netvormig (bv. *Helicia*), vlerkvormig tot saamvloeiend (bv. *Stenocarpus*), of in tangensiale bande (kenmerkend vir die familie) kan wees.

By die huidig ondersoekte soorte is die xileemvate en -parenchiem ingebed

in 'n ,,grondmassa'' van vesels. Laasgenoemde elemente besit eenvoudige stippels tot swak ontwikkelde hofstippels en varieer dus van egte vesels tot veseltracheïede. Volgens Metcalfe en Chalk kom vesels met dik wande en hofstippels met duidelike krae voor by sommige *Faurea-*, *Protea-* en *Persoonia* soorte, terwyl die vesels sonder stippels of met onduidelike stippels is by o.a. *Grevillea* en *Leucadendron*. Volgens Chattaway is die selwande van vesels redelik dun en onduidelike hofstippels kom voor by *Leucadendron argenteum*, terwyl die vesels van die drie *Protea*-spesies wat sy ondersoek het, dun selwande en talryke hofstippels besit.

In die huidige ondersoek is geen regte tracheïede in die hout gevind nie, maar wel oorgangsvorms tussen vesels en tracheïede en tussen vate en tracheïede. Volgens Chattaway kom egte tracheïede selde voor, maar is oorgangsvorms volop.

Die hout van beide soorte wat nou ondersoek is, is ligbruin van kleur met 'n pienk tint. Pienk en rooi getinte hout is, volgens Chattaway, algemeen by die familie.

Groeiringe is onduidelik afgebaken by die huidig ondersoekte soorte. Chattaway het dieselfde gevind by die drie *Protea*-spesies wat sy ondersoek het, asook by *Leucadendron argenteum*.

Uni- en multiseriale vaatstrale kom voor by *P. repens* en *L. adscendens*. Chattaway vind ook die twee soorte strale by drie *Protea*-spesies, en volgens haar is groot strale opvallend by die Proteaceae. Die multiseriale strale van *P. repens* is 0·5—4 mm hoog en 0·1—0·5 mm breed, en dié van *L. adscendens* is 1—4 mm hoog en 0·1—0·4 mm breed. Die hoogste strale is hoër as wat Chattaway by *Leucadendron argenteum* vind (selde meer as 1·5 mm), en die breedste strale is breër as wat Metcalfe en Chalk as tipies vir die strale van die Proteaceae beskou (0·2—0·3 mm), hoewel hulle meld dat ook wyer strale mag voorkom. Net soos by die huidig ondersoekte soorte, is steenselle in die multiseriale vaatstrale aangetref by lede van verskeie genera (Chattaway). Die strale van die soorte wat nou ondersoek is, is homogeen, behalwe vir die aanwesigheid van die gemelde groepe steenselle in die middelstrook van ouer multiseriale floëemstrale. Volgens Chattaway (1948b) en Rao (1957) kom vaatweefsel voor in die strale van *Banksia* en *Dryandra*. So iets is nie by die huidig ondersoekte soorte aangetref nie.

Die bou van die knope en die verloop van die blaarspore en okselknopspore is nou waarskynlik vir die eerstemaal ondersoek by lede van die Proteaceae. By *P. repens* en *L. adscendens* kom trilakunêre knope voor. Elke blaar word deur drie blaarspore en elke okselknop deur twee okselknopspore voorsien. Die

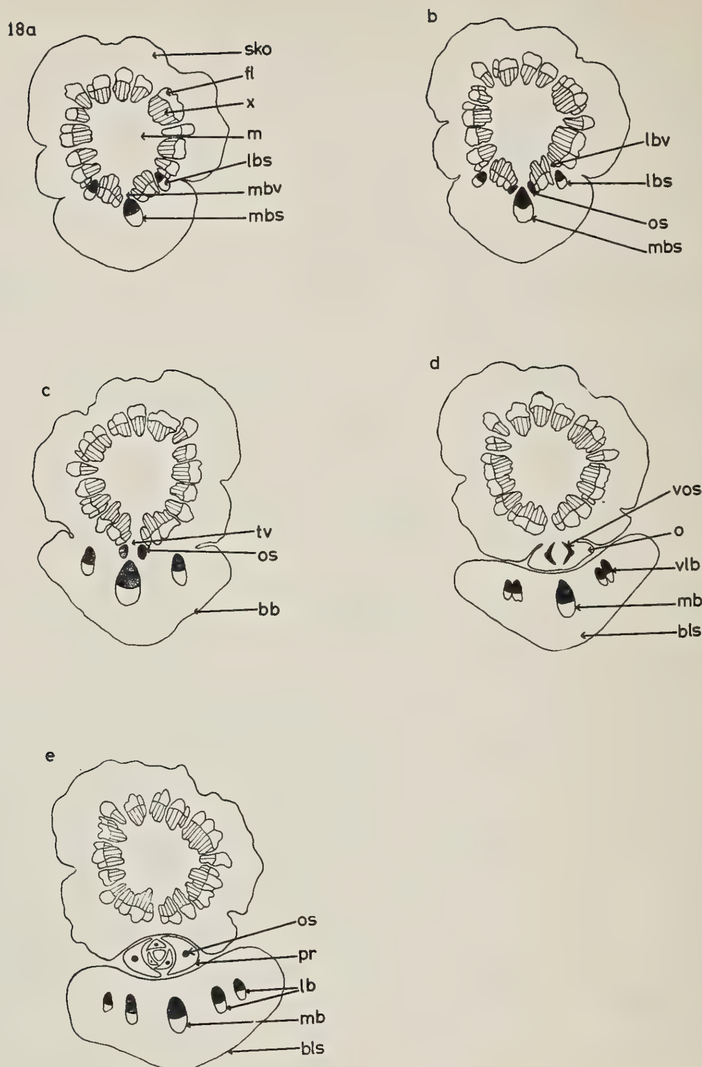


FIG. 18.

Diagramme van 'n reeks dwarssnëe om die verloop van blaarspore en takspore by *Leucadendron adscendens* te illustreer, van a, laag, tot e, hoog, × 13; bb, blaarbasis; bls, blaarsteel; fl, floëem; lb, laterale bundel; lbs, laterale blaarspoor; lbv, laterale blaarvenster; m, murg,, mb, mediane bundel; mbs, mediane blaarspoor; mbv, mediane blaarvenster; o, okselknop; os, okselknopspoor; pr, profil; sko, skors; tv, blaar- en takvenster; vlb, vertakte laterale bundel; vlbs, vertakte laterale blaarspoor; vos, okselknopspoor; x, xileem.

okselknopvenster en mediane blaarvenster is aaneenlopend. Omdat in die literatuur geen gegewens gevind kon word oor knoopbou by die Proteaceae nie, is dit op hierdie tydstip onmoontlik om te sê in hoeverre die trilakunêre knoop en drie blaarspore tipies is vir die familie.

Opsomming

Die anatomie en histologie van die stingels van *Protea repens* (L.) L. non Thunb. en *Leucadendron adscendens* R. Br. is nagegaan en vergelyk. Die stingelbou by die twee soorte stem in groot mate ooreen.

1. In die jong stingels lê die primêre vaatbundels dig teenmekaar in 'n onreëlmatige kring, met smal murgstrale tussen hulle. Wanneer die sekondêre groei begin, word 'n aaneenlopende silinder van sekondêre vaatweefsel gevorm. Uni- en multiseriale vaatstrale kom voor, laasgenoemde regoor die murgstrale. Kurkvorming begin gedurende die eerste (*P. repens*) of tweede (*L. adscendens*) groeiseisoen.

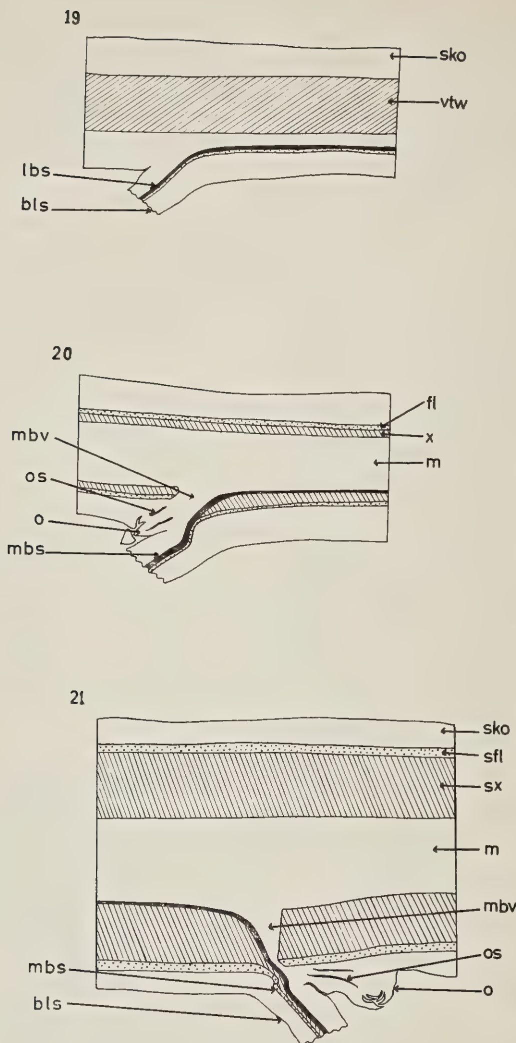
2. Ou stamme, 12 en 16 jaar oud, toon geen rhytidoma nie, maar 'n enkele baie dun kurklaag en fellogeen sonder sekondêre skors. Die primêre skors bly behoue en toon dilatasie. Min sekondêre floëem is aanwesig in vergelyking met die breë strook sekondêre xileem. Die hout is diffuusporeus, en bestaan grotendeels uit kernhout by *P. repens*. Groeiringe is waarneembaar, hoewel onduidelik afgebaken. Dilatasie van die vaatstrale geskied hoofsaaklik deur selvergroting maar ook deur radiale seldelings, waardeur uniseriale strale tot multiseriale strale verander, en multiseriale strale meer selrye kry.

3. Trilakunêre knope kom voor. Na elke blaar loop 'n mediane en twee laterale blaarspore, terwyl elke okselknop deur twee okselknopspore voorsien word. Die okselknopvenster is aaneenlopend met die mediane blaarvenster.

4. Spesiale aandag is gegee aan die histologie van die kurk, floëem en xileem. Die fellogeen ontstaan in die epidermis of in die buitenste sellaag van die skors en bly jare lank aktief. 'n Betreklik dun kurklagie van dunwandige kurk kom voor. Die vulselle van die lentiselle het verkurkte selwande.

5. In die floëem kom sifbuise, begeleidende selle en floëemparenchiem voor. Die sifbuise het saamgestelde sifplate op die skuins eindwande en sifareas op die lengtewande, op beide waarvan kallose voorkom. Ouer floëemweefsel word gedeeltelik geoblitereer en gedeeltelik verander tot lagies of groepies floëemvesels.

6. In die xileem kom xileemvate, xileemparenchiem, egte vesels en veseltracheïede voor. Die vate het eenvoudige perforasieplate. Die vesels en vesel-



FIGE. 19—21.
Diagramme van sneë deur *Protea repens*-stingels om die knoopbou te illustreer: fig. 19, tangensiale lengtesneë deur die laterale blaarspoor van 'n jong stingel, × 6; fig. 20, radiale lengtesnee deur die mediane blaarspoor, × 6; fig. 21, radiale lengtesnee deur die mediane blaarspoor van 'n drie jaar oue stingel, × 4; bls, blaarsteel; fl, floëem; lbs, laterale blaarspoor; lbv, laterale blaarvenster; m, murg; mbs, mediane blaarspoor; mbv, mediane blaarvenster; o, okselknop; os, okselknopspoor; prx, primêre xileem; sfl, sekondêre floëem; sko, skors; sx, sekondêre xileem; vtw, vaatweefsel; x, xileem.

tracheïede vorm 'n „grondmassa" waarin die vate en xileemparenchiem ingebed is.

Dankbetuiging

Dank is verskuldig aan dr. Miriam P. de Vos onder wie se leiding hierdie werk gedoen is, vir haar hulp, raad en waardevolle kritiek; aan die ander dosente van die Botaniedepartement vir hul raad en belangstelling; en aan mev. M. Vogts vir die verskaffing van 'n dik stam van *Protea repens*.

Literatuurverwysings

Chattaway, M. M. 1948(*a*). Wood anatomy of the Proteaceae. Austr. J. Sci. Res., B, **1** : 279—302.

Chattaway, M. M. 1948(*b*). Note on vascular tissue in rays of *Banksia*. J. Counc. Sci. Industr. Res. Austr. **21** : 275—278. (vide C.V. Rao : 258).

Engler, A. 1893. Proteaceae. In A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, III, I : 119—122.

Esau, K. 1943. Origin and development of primary vascular tissues in seed plants. Bot. Rev. **9** : 125—197.

Esau, K. 1953. Plant Anatomy. London, John Wiley and Sons.

McLean, R. C. and Ivimey-Cook, W. R. 1941. Plant Science Formulae. London, MacMillan and Co.

Metcalfe, C. R. and Chalk, L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons, II. Oxford, Clarendon Press.

Rao, C. V. 1957. Cytotaxonomy of the Proteaceae. Proc. Linn. Soc. N.S.W. **82**, 384 : 258.

Sass, J. E. 1958. Botanical Microtechnique. Iowa, Iowa State College Press.

Solereder, H. 1899. Systematic Anatomy of the Dicotyledons, **II.** Oxford, Clarendon Press.

Strasburger, E. and Hillhouse, W. 1900. Handbook of Practical Botany. London, Swan Sonnenschein and Co.

Tassi. 1898. Le Proteacee. Bull. del Lab. ed Orto bot. della Univ. di Siena 1898, pp. 67—134. (vide H. Solereder, 1899 : 1044).

Visser, C. 1965. Anatomie van die stingels van *Protea repens* (L.)L. en *Leucadendron adscendens* R. Br. I. Bou en differensiasie van die groeipunte. J. S. Afr. Bot. **31** : 293—306.

Wutz, A. 1955. Anatomische Untersuchungen über System und periodische Veränderungen der Lenticellen. Bot. Studien **4** : 43—71.